

## Táblatörzskönyvi adatok faktoranalíziseinek összehasonlító elemzése

URFI PÉTER

Pannon Agrártudományi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Keszthely

Az utóbbi két évtizedben a sokváltozós adatelemzés módszerei villámgyors karriert futottak be. A publikációk új típusa jelent meg: egy-egy kísérleti vagy üzemi adatbázis matematikai szempontból tökéletes - néha egyenesen virtuóz - feldolgozása valamely korszerű sokváltozós eljárással. A számításokhoz azonban általában az eredmények viszonylagosságát, egyediségét hangsúlyozó, óvatos interpretáció kapcsolódik, és ez így korrekt, hiszen a módszerek értelmezési bizonytalanságainak matematikai hátterén túl (JÓZSA, 1988) legtöbbször homályosak azok a "tájékoztató pontok" is, amelyeket ugyanannak az adatbázisnak más módszerekkel, illetve más - jól ismert - adatbázisoknak ugyanazzal a módszerrel történő feldolgozása nyújthatnának. Ha mindehhez társulnak az üzemi adatokkal végrehajtott vizsgálatok közismert nehézségei (SARKADI, 1975; BUZÁS, 1987, 1991), akkor bekövetkezik az a "tények az alagútban" típusú állapot, amely esetén a nagy fáradtsággal bevégzett számítások után még annyit sem tudunk, mint azelőtt.

Az Agrokémia és Talajtan 40. kötet (1991) 1-2. számában egy olyan vizsgálat eredményeit ismertettem, amely a táblatörzskönyvi adatok statisztikai feldolgozása korlátainak rendszerezését célozta (URFI, 1991). Ebben a cikkben mutattam be a talajvizsgálati adatok és műtrágyadózisok együttes változékonyságának kifejezésére képzett összevont tápanyagváltozók - mint kényszerű vizsgálati segédeszközök - használatát is. Az akkori kb. 8-10 faktoranalízis eredményei, illetve a csoportok kialakításának véletlenszerűsége még nem tették lehetővé az általánosítást, a jelenleg rendelkezésemre álló adatok azonban már mind mennyiségileg - kb. 100 faktoranalízis eredménye - mind összehasonlíthatóságukat tekintve - az adatcsoportokat szisztematikus, célra orientált csoportosítással alakítottam ki - arra bátorítanak, hogy ebben a cikkben már az alábbi kérdésekre keressek választ:

1. A faktorok azonosításának biztonsága fokozható-e összehasonlító eredmények előállításával?
2. Az egyes faktorok jellemzői összefüggésbe hozhatók-e az adatcsoportok jellemzőivel?

3. Kimutatható-e valamilyen általánosan elfogadott törvényszerűség (pl. a minimumtörvény) üzemi adatbázisok faktoranalízisei alapján?

4. Igaz-e, hogy a növénytermesztők által erősen befolyásolt tényezők hatása nehezebben kimutatható, mint a kevésbé befolyásolt ("ellenőrizetlen") tényezőké?

### Adatok és módszer

A számításokat a Növény- és Talajvédelmi Szolgálat táplatórzkönyvekre alapozott nyilvántartásából származó, egy növényre (őszi búza), négy megyére (Baranya, Fejér, Somogy, Tolna) és három évre (1985-1987) vonatkozó adatokkal végeztem. A teljes adatbázis 13315 táblája a négy megye háromévi búzatermesztésének csaknem 100 %-át reprezentálja.

A nagy terjedelmű adatbázis rendszerezett csoportosítását egy kombinációs táblázat segítségével oldottam meg négy ismerv (humusz,  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  talajvizsgálati adatok) szerint, alapvetően a Növény- és Talajvédelmi Szolgálat műtrágyázási szaktanácsadási táblázataira támaszkodva (ez alól kivétel az  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$  ismerv, amely esetében az átlag és a szórás 0,6-szorosa alapján képeztem három kategóriát).

Az elvégzett faktoranalízisek változókészlete minden esetben azonos volt. Az eredeti tápanyagváltozók alkalmazását feltételezve ez a következő:

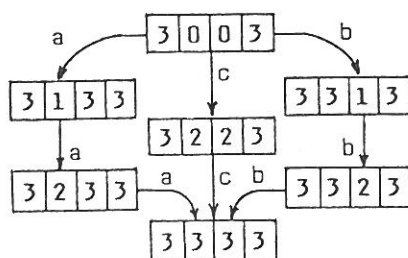
1. talajminőség (Ak/ha); 2. termésátlag (t/ha); 3. pH; 4. kötöttség ( $\text{K}_A$ ); 5.  $\text{CaCO}_3$  (%), 6. humusz (%); 7.  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$  (ppm), 8.  $\text{P}_2\text{O}_5$  (ppm); 9.  $\text{K}_2\text{O}$  (ppm); 10. Mg (ppm); 11. Zn (ppm); 12. Cu (ppm); 13. Mn (ppm); 14. N-műtrágya (kg/ha); 15. P-műtrágya (kg/ha); 16. K-műtrágya (kg/ha).

Az összevont változókkal megismételt számításokban az  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$  és N-műtrágya változók helyett egy összevont N-változót (AN), a  $\text{P}_2\text{O}_5$  és P-műtrágya változók helyett összevont P-változót (AP), a  $\text{K}_2\text{O}$  és K-műtrágya változók helyett pedig összevont K-változót (AK) használtam, így a változók száma 16-ról 13-ra csökkent.

Mivel valamennyi faktoranalízis részletes ismertetésére itt nincs mód, a jó kálium- és foszforellátottságú alcsoportok összehasonlító, lépcsőzetes elemzésének - mint többé-kevésbé tipikus példának - a bemutatására kell szorítkoznom az 1. ábra sémája szerint.

A 3003 csoport elemzésekor tehát a következő "útvonalakat" követjük:

- a) javuló  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$ -ellátottság a másik három ismerv jó szintje mellett;
- b) javuló humuszellátottság a másik három ismerv jó szintje mellett;
- c) az  $\text{NO}_3+\text{NO}_2$  és humusz ismérvek együttes változása a másik két ismerv jó szintje mellett.



A kódszámok jelentése:

I. szám:  $K_2O$ -ellátottság

II. szám:  $NO_3$ - $NO_2$ -ellátottság

III. szám: humuszellátottság

IV. szám:  $P_2O_5$ -ellátottság

1: gyenge; 2: közepes; 3: jó;

0: a csoport az adott ismerv szerint nem tagolt

a, b, c: az elemzés "útvonalai"

I. ábra

A jó K- és P-ellátottságú alcsoportok elemzésének sémája.

## Eredmények

### a) Javuló $NO_3+NO_2$ -ellátottság

A humuszellátottság szerint nem tagolt (3003) csoport és a jó humuszellátottságú csoportok (3133, 3233, 3333) közötti első szembeszökő különbség (1. táblázat) a humuszt is tartalmazó ("általános termőképesség") faktor zuhanás-szerű visszaszorulása a termésátlag varianciájában (40,2 %-ról 0,2-2,2 %-ra!). A talajminőség (Ak/ha) mutatója kevésbé tagolt csoportokban általában a humusz és kötöttség mutatókkal szerepelt egy faktorban. A jó humuszellátottságú (és emellett jó  $K_2O$  és  $P_2O_5$ -ellátottságú) csoportokban ez az "egy húron pendülés" megszűnik. A 3133 csoportban az Ak/ha egyedi faktora a termésátlag varianciájának közel egyharmadát magyarázza, a 3233 csoportban a termésátlaggal egy faktorban bukkan fel. A 3333 csoportban a termésátlag egyedi faktorként jelentkezik. Mindez arra utal, hogy ahhoz az állapothoz közeledve, amelynél mind a négy ismerv szerint jól ellátott a talaj, áthelyeződik a súlypont az általunk figyelmen kívül hagyott - csak az Ak/ha, illetve a termésátlag komplex mutatóin keresztül érzékelhető - tényezőkre. Ebbe a képbe jól beleillik az is, hogy az  $NO_3+NO_2$ -ellátottság növekedésével félre nem érthető módon csökken annak a faktornak a hozzájárulása a termésátlag varianciájához, amelyben az  $NO_3+NO_2$  mutatót találjuk.

Az összevont változókkal megismételt számítások (2. táblázat) lényegében alátámasztják az előbbieket azzal a különbséggel, hogy a termésátlag a 3333 csoportban nem egyedi faktorként, hanem az AK mutatóval párban jelenik meg.

### b) Javuló humuszellátottság

A gyenge humuszellátottságú (3313) csoportban az általános termőképesség (humuszt, kötöttséget is tartalmazó) faktorának hozzájárulása a termésátlag varianciájához még igen jelentős (15,1 %), bár igazán meghatározó szerepe az

1. táblázat  
Az eredeti változókkal végzett faktoranalízisek jellemző adatai

(1) Faktorok sorszáma	(2) Megne- vezés	(3) Faktorjellemezők csoportonként						
		3003	3133	3233	3313	3323	3223	3333
1	Változók	humusz K <sub>A</sub> Ak/ha	K <sub>A</sub> Mg K <sub>2</sub> O humusz	CaCO <sub>3</sub> Mn	Mg humusz Cu K <sub>A</sub>	humusz K <sub>A</sub> Ak/ha termés	humusz K <sub>A</sub> pH Ak/ha	humusz K <sub>A</sub> Mg
	A/B	20/40	17/1	13/0	18/15 CaCO <sub>3</sub> Mn pH	21/45 CaCO <sub>3</sub> Mn	22/43 Cu	15/2 Mn CaCO <sub>3</sub> pH
2	Változók	CaCO <sub>3</sub> Mn	Mn CaCO <sub>3</sub> pH	Mg K <sub>A</sub> humusz	CaCO <sub>3</sub> Mn pH	CaCO <sub>3</sub> Mn	Cu	Mn CaCO <sub>3</sub> pH
	A/B	14/0	14/0	13/0	17/9	14/0	13/3	15/0
3	Változók	Zn P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ak/ha	Ak/ha termés	K-műtrágya P-műtrágya	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Zn	Zn P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Zn K <sub>2</sub> O
	A/B	12/0	11/30	11/44	12/1	14/3	12/0	14/0
4	Változók	P-műtrágya K-műtrágya	P-műtrágya K-műtrágya	P-műtrágya K-műtrágya	K <sub>2</sub> O Zn P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P-műtrágya K-műtrágya	P-műtrágya K-műtrágya	termés
	A/B	11/7	10/5	10/7	11/1	12/1	11/9	9/60
5	Változók	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub>	Zn	Zn Cu	Ak/ha	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub>	P-műtrágya
	A/B	7/0	8/0	10/2	9/34	7/0	7/0	9/1
6	Változók		NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub>				N-műtrágya
	A/B		7/12	7/0				8/1

Jelmagyarázat: A - hozzájárulás az összvarianciához, %; B - hozzájárulás a termésátlag varianciájához, %

2. táblázat  
Az összevont változókkal végzett faktoranalízisek jellemző adatai

(1) Faktorok sorszáma	(2) Megne- vezés	(3) Faktorjellemzők csoportonként						
		3003	3133	3233	3313	3323	3223	3333
1	Változók	humusz K <sub>A</sub> Ak/ha	Mn pH CaCO <sub>3</sub>	Mn CaCO <sub>3</sub> pH	Mg humusz Cu K <sub>A</sub>	K <sub>A</sub> humusz Ak/ha termés	humusz K <sub>A</sub> termés	CaCO <sub>3</sub> Mn pH
	A/B	22/41	16/0	15/0	22/15	25/52	24/40	19/0
2	Változók	CaCO <sub>3</sub> Mn	humusz Mg K <sub>A</sub>	K <sub>A</sub> humusz Mg	Mn CaCO <sub>3</sub> pH	CaCO <sub>3</sub> Mn	CaCO <sub>3</sub> Mn	humusz K <sub>A</sub> Mg
	A/B	18/1	15/0	15/0	21/9	14/2	18/1	19/3
3	Változók	Zn	AP AK	AP AK	AK AP	Zn AP	Zn	Zn Ak/ha AP
	A/B	13/1	14/5	13/8	14/1	15/0	13/1	15/3
4	Változók	AN	Ak/ha termés	Ak/ha termés	Ak/ha	AN	AN	termés AK
	A/B	10/5	13/47	12/51	10/37	9/1	11/11	12/55
5	Változók		Zn	Zn Cu				
	A/B		9/3	11/0				

Jelmagyarázat: A - hozzájárulás az összvarianciához, %; B - hozzájárulás a természetes varianciához, %

Ak/ha mutatót tartalmazó egyedi faktornak van (33,7 %). A 3323 csoportban a termésátlag az általános termőképesség faktorában bukkan fel, de - az előbbieket után már nem meglepő módon - az Ak/ha mutatóval együtt. A 3333 csoportban - ahogy már említettük - a termésátlag egyedi faktorként bukkan fel, a többi faktor hozzájárulása a termésátlag varianciájához jelentéktelen. Az a) pontban már leírt folyamat ismétlődött meg tehát: ahogy közeledtünk a négy ismérv szerint is jól ellátott 3333 csoporthoz, úgy kaptak egyre nagyobb szerepet az "ellenőrizetlen" tényezők.

Az összevont változókkal megismételt számításokban lényegében ugyanezt figyelhetjük meg. Kiemelésre méltó különbség talán az, hogy míg az eredeti N-tápanyagváltozók egyik alcsoport faktoraiban sem bukkantak fel, az AN változó a 3323 alcsoportban egyedi faktorként szerepel.

### c) Együttesen javuló $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ - és humuszellátottság

A humusz és a  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  ismérvek szerint nem tagolt csoportban (3003) és az e két ismérv szerint közepes csoportban (3223) a humuszt is tartalmazó "általános termőképesség" faktor hozzájárulása a termésátlag varianciájához domináns (40 % körüli), az  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  változó pedig egyedi faktorként szerepel, bár hozzájárulása a termésátlag varianciájához jelentéktelen. A 3333 csoportban a humuszt is tartalmazó faktor hozzájárulása a termésátlag varianciájához 2,2 %-ra zuhan, míg az  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  mutató "eltűnik" a faktorokból.

Különös jelentősége lehet az összehasonlításnak a 3223, 3233 (közepes  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ ) és a 3323 (közepes humusz) csoportok között, hiszen - amint látni fogjuk - ez azt a ritka lehetőséget hordozza, hogy hozzávetőleges pontossággal kimutassuk a termésátlag varianciájában domináns szerepet játszó (háttér) változók közötti váltást. Ha a számok tömegéből kiragadjuk csoportonként annak a faktornak a hozzájárulását a termésátlag varianciájához, amelyhez a humusztartalom kapcsolódik, ez a határ egyértelművé válik:

3003 :	40,2 %
3223:	43,0 %
3323:	45,4 %
3233:	0,2 %
3333:	2,2 %

A humuszhoz kötődő faktor domináns szerepének határa tehát valahol a közepes és jó humuszellátottság között húzódik. Még árnyaltabb lesz a kép, ha a humuszt is tartalmazó faktor hozzájárulása mellé odaállítjuk az Ak/ha és/vagy a termésátlag mutatóját tartalmazó faktor hozzájárulását (3. táblázat).

Fontos, és csak nagy körütekintéssel tárgyalható kérdés az, hogy a fentebb felsorolt öt - tápanyagokkal végső soron nem rosszul ellátott - csoportban miért

jutnak relatíve nagy szerephez a műtrágyák. Az öt csoportban hat olyan faktort találunk, amely csak műtrágyához kötődik, és ezek közül három hozzájárulása a termésátlag varianciájához 6 % feletti. Ez a megfigyelés viszont már átvezet bennünket az összevont változókkal megismételt számításokhoz.

3. táblázat

A humuszt és/vagy termésátlagot és/vagy Ak/ha mutatót tartalmazó faktorok hozzájárulása a termésátlag varianciájához (%)

(1) Csoport	(2) Humusz	(3) Ak/ha	(4) Termésátlag
3003	40,2		
3223	43,0		
3323		45,4	
3233	0,2		43,8
3333	2,2		59,9

Ami az "általános termőképesség" faktort illeti, ugyanazt tapasztaljuk, mint az eredeti változókkal végzett számításokban. A "vízvásztó" a közepes és jó humuszellátottság határa. Az összevont változókkal elvégzett számításokban azonban markánsan kifejeződő "helycserét" tapasztalunk az AN, illetve az AP és (főleg) az AK változók között (4. táblázat).

4. táblázat

Az AN-t, AP-t és/vagy AK-t és/vagy a termésátlagot tartalmazó faktorok hozzájárulás a termésátlag varianciájához (%)

(1) Csoport	AN	AP	AK	(2) Termésátlag
3003	5,0			
3223	11,4			40,1
3323	1,2	0,1		51,8
3233			7,9	51,2
3333		3,1		54,7

Lehetetlen nem észrevennünk, hogy valahol a jó  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2^-$ , illetve humuszellátottság határán valami történik. Az eddig relatíve fontosabb N tápanyag átadja a helyét az általában együtthaladó P és K tápanyagoknak.



### Az eredmények értékelése

Ami a faktoranalízisek általánosítható eredményeit illeti, először is hangsúlyoznunk kell, hogy bár a számítások sajátosságaiból adódóan ezredszázalék pontosságú eredményeink vannak, ez nem bátoríthat bennünket arra, hogy következtetéseinkben is hasonlóan aprólékosak legyünk. Az eredmények értelmezését megelőző logikai rendezés ugyanis szükségszerűen szubjektív, s az elemzésnek ebben a szakaszában egyrészt nehezen húzható meg a határ a szükséges intuíció és a kényelmes találgatás között, másrészt kialakulhat - FRIEDMAN (1986) szavait kölcsönözve - az "állításoknak egy olyan halmaza, amelyből már következik a többi."

Egy adott faktoranalízisben egy-egy tényezőhöz vagy tényezőcsoporthoz kötődő háttérváltozó előtérbe kerülésének "megmagyarázására" esetünkben pl. a következő tipikus "fogódzók" kínálják magukat:

a) "Az adott faktor azért fontos, mert fontos tényezőkhöz kötődik."

Ez a fogódzó a legkényelmesebb, hiszen ebben az esetben mintegy "igazoljuk" a már szinte közhelynek számító "alapigazságokat" ("májusi eső aranyat ér"-típusú értelmezés).

b) "Az adott háttérváltozó azért fontos (azért nem fontos), mert relatív minimumban van (nincs relatív minimumban)". Ez a fogódzó már kockázatosabb, bár megfelelő "rugalmasságot" kölcsönözhet a "relatív minimum" kategória képlékenységtől.

c) "Az adott faktor azért tűnik fontosnak, mert a benne szereplő változók intervalluma alkalmas a termésre gyakorolt befolyás kifejezésére."

Az "alkalmas intervallum" a "relatív minimum" kategóriához hasonlóan képlékeny, s így az elemzőt könnyen elmozdíthatja a találgatás felé.

d) "Azok a változók kerülnek előtérbe, amelyekkel - fontosságukra való tekintet nélkül - egyáltalán befolyásolni próbálták a termést."

A konkrét körülmények ismerete és/vagy összehasonlítási alap nélkül ez a fogódzó könnyen "univerzális magyarázattá" nőhet, itt tehát az elemző lelkiismerete különös fontosságúvá válik.

Az értelmezés háttere tehát ilyen egyszerű, illetve ilyen bonyolult; említése véleményem szerint becsületbeli ügy, még ha önirónia nélkül a kérdés nem is tárgyalható. Mindazonáltal egy-egy "fogódzó" szabályszerű ismétlődése több azonos módon, de egymástól független adatcsoportban elvégzett faktoranalízisben már nem lehet a véletlen műve, s értelmezésünk alapvetően erre épül.

Eszerint pedig az alábbi összefoglaló megjegyzéseket tehetjük:

1. Nagyszámú egymással összehasonlítható faktoranalízis eredményeiből nagy és heterogén, illetve kicsi és homogén adatcsoportok tipikus faktorai és ezek jellemző befolyásolási sorrendje meghatározható. Az általam végzett számítások összegzése alapján ez a következő:



*a) Tipikus output nagy és heterogén adatcsoportokban:*

- A. Komplex talajtermékenységi mutatók faktora (humusz, Ak/ha,  $K_A$ )
- B. Kémhatás faktora (pH,  $\text{CaCO}_3$ , Mn)
- C. Műtrágyázással közvetlenül befolyásolt tápanyagok faktora ( $\text{P}_2\text{O}_5$  és  $\text{K}_2\text{O}$ ; P műtrágya és K műtrágya; ritkábban:  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$ )
- D. Egyéb faktorok (gyakran: Mg és Cu; Zn).

A faktorokból szinte minden esetben kimaradó tényezők: N-műtrágya, termés.

*b) Tipikus output kicsi, homogén és tápanyagokkal jól ellátott adatcsoportokban:*

- A. A vizsgálatból kihagyott tényezők magyarázó ereje a legnagyobb; ez úgy érzékelhető, hogy a termésátlag egyedi faktorként (esetleg az Ak/ha mutatóval párban) jelentkezik.
- B. A műtrágyázással közvetlenül befolyásolt, illetve az egyéb tényezők által alkotott faktorok már ritkábban határolhatók el egyértelműen. Gyakoriak a "kevert" faktorok, és a N-műtrágya is gyakrabban bukkan fel egy-egy faktorban.
- C. A kémhatás és az "általános termőképesség" faktoraival változatlanul jól elhatárolódnak, de a termésátlag varianciájához jelentéktelen mértékben járulnak hozzá.

2. Egy-egy tápanyag szintjének növekedésével csökken azoknak a faktoroknak a hozzájárulása a termés varianciájához, amelyekhez az adott tápanyag kötődik. A N, P és K tápanyagok szintjének növekedésével ugyanakkor növekszik a trágyázással közvetlenül nem befolyásolt, illetve a vizsgálatból kihagyott tényezők magyarázó ereje. Mindez - amellet, hogy a minimumtörvény érvényesülését jeleníti meg - arra utal, hogy az "ellenőrizetlen tényezők" hatásának kimutathatósága az "ellenőrzött tényezők" szintjének növekedésével párhuzamosan felerősödik.

## Összefoglalás

Őszi búzára vonatkozó, dunántúli táblatorzskönyvi adatok talajellátottság szerint képzett csoportjaival faktoranalíziseket végeztünk. Egy-egy faktoranalízis "elszigetelt" értelmezésének bizonytalanságai jelentősen csökkenthetők nagyszámú, azonos változókészlettel végrehajtott számítás eredményeinek egybevetésével. A kb. 100 faktor-analízis outputjainak összehasonlító elemzése alapján nagy és heterogén, illetve kicsi és homogén adatbázisok tipikus faktoraival és ezek jellemző befolyásolási sorrendje meghatározható. A talaj tápanyag-ellátottságának növekedésével párhuzamosan fellépő faktor-átrendeződésekben egyértelműen követhető a minimumtörvény. A N, P, K tápanyagokkal jól ellátott adatcsoportokban dominánssá válik a vizsgálatból kihagyott tényezők hozzájárulása a termés varianciájához.

### Irodalom

- BUZÁS I., 1987. Bevezetés a gyakorlati agrokémiába. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- BUZÁS I., 1991. Törte-e már a fejét azon, hogy mikor szabad a trágyaadagok és a terméseredmények között összefüggést keresni. Cukorrépa. 1991/1. 4-6.
- FRIEDMAN, M., 1986. Infláció, munkanélküliség, monetarizmus. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest.
- JÓZSA S., 1988. Értelmezési bizonytalanságok háttere a többváltozós elemző módszerek gyakorlati alkalmazásánál. Kandidátusi értekezés. Keszthely.
- SARKADI J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- URFI P., 1991. Tápanyaghatások értékelhetősége táblatörzskönyvi adatok alapján. Agrokémia és Talajtan. **40.** 225-235.

*Érkezett: 1993. április 6.*

## Comparative Analysis of the Factor Analysis of Field Register Data

P. URFI

Georgikon Faculty of Agriculture, Pannon University of Agriculture, Keszthely (Hungary)

### Summary

Factor analysis was carried out on field register data grouped according to soil supplies for winter wheat fields in Transdanubia.

The variables, which were the same for each factor analysis, were the following when original nutrient variables were used: 1. Soil quality ( $A_k$  = gold crowns/ha); 2. Yield average (t/ha); 3. pH; 4. Soil plasticity ( $K_A$ ); 5.  $\text{CaCO}_3$  (%); 6. Humus (%); 7.  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  (ppm); 8.  $\text{P}_2\text{O}_5$  (ppm); 9.  $\text{K}_2\text{O}$  (ppm); 10. Mg (ppm); 11. Zn (ppm); 12. Cu (ppm); 13. Mn (ppm); 14. N fertilizer (kg/ha); 15. P fertilizer (kg/ha); 16. K fertilizer (kg/ha).

In calculations repeated with accumulated variables, an accumulated N variable (AN) was used to replace  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  and N fertilizer, an accumulated P variable (AP) to replace  $\text{P}_2\text{O}_5$  and P fertilizer and an accumulated K variable (AK) in place of  $\text{K}_2\text{O}$  and K fertilizer, thus reducing the number of variables from 16 to 13.

The uncertainties involved in the "isolated" interpretation of each factor analysis can be substantially reduced by comparing the results of a large number of calculations carried out with the same set of variables. On the basis of the comparative analysis of the outputs of approx. 100 factor analyses, the typical factors of large heterogeneous or small homogeneous data bases can be determined, together with the characteristic order of influence. The minimum law can be traced unambiguously in the factor rearrangements occurring parallel to the increase in the nutrient supply of the soil. In data groups well supplied with nutrients N, P and K, the contribution of factors omitted from the analysis becomes dominant in the yield variance.

*Table 1.* Characteristic data of factor analyses on the original variables. (1) No. of factors. (2) Designation. a) Variables. (3) Factor traits for each group:  $K_A$  = Soil plasticity according to Arany;  $A_k$ /ha = Soil quality; P-műtrágya = P fertilizer; K-műtrágya = K fertilizer; termés = Yield. A: contribution to total variance, %; B: contribution to the variance of the yield average, %.

*Table 2.* Characteristic data of factor analyses using accumulated variables. (1)-(3) See Table 1.

*Table 3.* Contribution of factors containing humus and/or yield average and/or soil quality to the variance of the yield average (%). (1) Group. (2) Humus. (3) Soil quality. (4) Yield average.

*Table 4.* Contribution of factors containing AN, AP and/or AK and/or yield average to the variance of the yield average (%). (1) Group. (2) Yield average.

*Fig. 1.* Scheme for the analysis of subgroups with good supplies of K and P. Meaning of code numbers: 1st number:  $\text{K}_2\text{O}$  supply; 2nd number:  $\text{NO}_3 + \text{NO}_2$  supply; 3rd number: Humus supply; 4th number:  $\text{P}_2\text{O}_5$  supply. 1: poor; 2: medium; 3: good; 0: group not analysed for this parameter; a, b, c: analytical "paths".